

## ÉVOLUTION DE LA BIODIVERSITÉ EN TRANSITION BIOLOGIQUE : VALIDATION D'UNE MÉTHODE DE SUIVI

16-BIO-02

DURÉE DU PROJET : MAI 2017/ MARS 2020

### RAPPORT FINAL

Réalisé par :  
Noémie Gagnon Lupien, biologiste, M.Sc., CETAB+  
Caroline Beaulieu, biologiste, M.Sc., CETAB+

En collaboration avec :  
Julie Anne Wilkinson, agr. M.Sc., CETAB+  
Gilles Gagné, agr. M.Sc., CETAB+

27 mars 2020

Les résultats, opinions et recommandations exprimés dans ce rapport émanent de l'auteur ou des auteurs et n'engagent aucunement le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation.

# ÉVOLUTION DE LA BIODIVERSITÉ EN TRANSITION BIOLOGIQUE : VALIDATION D'UNE MÉTHODE DE SUIVI

16-BIO-02

## RÉSUMÉ DU PROJET

La transition vers l'agriculture biologique exige des changements de pratiques importants pour le producteur, un engagement vers une philosophie de production différente. Connaissant les effets bénéfiques de la production biologiques sur la biodiversité, la période de trois ans de transition nécessaire à la certification biologique devrait être marquée par une évolution et un accroissement de la biodiversité à l'échelle de la ferme. L'objectif de ce projet était de développer et valider différents indicateurs de suivi de la biodiversité à l'échelle d'une entreprise agricole engagée dans une conversion à l'agriculture biologique en grandes cultures. Nous souhaitons grâce à ces indicateurs, déterminer l'évolution de la biodiversité au cours de la transition biologique. Nous voulions également déterminer comment, lors de la transition, différents itinéraires agronomiques influencent chaque indicateur de biodiversité choisi et produire une analyse économique du suivi de la biodiversité. Pour ce faire, nous avons suivi cinq indicateurs de biodiversité qui couvrent les fonctions écologiques les plus pertinentes pour la production agricole pendant les trois années de la transition. Les suivis ont été réalisés dans un champ avec une rotation de culture d'orge, de maïs et de soya et dans des zones non cultivées en périphérie. Les résultats suggèrent que les changements de pratiques en transition biologique permettent un accroissement tangible de la biodiversité sur une exploitation agricole. Nous avons ainsi observé au cours de la transition une augmentation de l'abondance de vers de terre, de la richesse végétale, un accroissement du recouvrement de plantes à fleurs, une augmentation du nombre de pollinisateurs et d'araignées. Des cinq indicateurs évalués, seules les populations de carabes n'ont pas augmenté au cours du projet.

## OBJECTIFS ET APERÇU DE LA MÉTHODOLOGIE

L'objectif de ce projet est de développer et de valider des indicateurs de suivi de la biodiversité à l'échelle d'une exploitation agricole engagée dans une conversion à l'agriculture biologique en grandes cultures. Les objectifs spécifiques sont les suivants :

- 1) Déterminer l'évolution de la biodiversité au cours de la transition vers une régie biologique à partir d'indicateurs clés.
- 2) Déterminer comment différents itinéraires agronomiques en transition vers l'agriculture biologique influencent chaque indicateur de biodiversité choisi.
- 3) Réaliser une analyse économique du suivi de la biodiversité en fonction des indicateurs choisis.

Le projet s'est déroulé sur la ferme expérimentale du Cégep de Victoriaville dans un champ en première année de transition vers l'agriculture biologique. Le site a été précédemment cultivé en grandes cultures conventionnelles, alternant les cultures de maïs-grain et de soya. Au printemps 2017, l'ensemble du champ a été travaillé à l'aide d'une machine à bêcher suivie du passage d'un rouleau plombeur. Pour le suivi de la biodiversité sur le site, quatre itinéraires agronomiques ont été comparés avec des parcelles de 9m par 30m en blocs aléatoires complets avec 4 répétitions, pour un total de 16 parcelles (figures 1 et 2 en annexe). Les différents scénarios implantés (figure 3 en annexe) reflètent des modèles actuels de transition chez les producteurs agricoles et reposent tous sur une rotation de trois cultures annuelles : orge, maïs-grain et soya. Nous avons également marqué et suivi quatre zones en friche de 20m par 5m de large en périphérie du champ où les échantillonnages ont été réalisés.

Pour chaque indicateur à l'exception des vers de terre, trois paramètres ont été évalués : l'abondance, la richesse (2018-2019) et la diversité (2018-2019) calculée à l'aide de l'indice de Shannon–Wiener (H). Pour l'ensemble des indicateurs, une sélection de modèles linéaires avec comme variables fixes, la parcelle, l'itinéraire agronomique (vers de terre et araignées uniquement), la période d'échantillonnage et le temps depuis le début de la transition a été réalisée pour ces trois paramètres. En complément de ces analyses, l'évolution temporelle des communautés végétales dans les friches a été évaluée au moyen d'un positionnement multidimensionnel non-métrique (NMDS). Les analyses de ce projet ont toutes été réalisées à l'aide du logiciel

R. Pour l'analyse économique, le temps d'échantillonnage et les autres coûts relatifs à cet échantillonnage pour les indicateurs proposés ont été compilés au cours du projet.

## RÉSULTATS SIGNIFICATIFS OBTENUS

### Vers de terre

Les vers de terre ont été échantillonnés deux fois en saison au printemps et à l'automne. Deux échantillons de sol de 30X30X30 cm ont été prélevés aléatoirement sur le rang de la culture dans chaque parcelle du dispositif. Au total, 730 vers de terre y ont été dénombrés et catégorisés (épigés, endogés, anéciques). Les données du printemps 2017 n'ont pas été utilisées, car la technique d'échantillonnage était différente. Nous avons alors utilisé une solution de moutarde forte pour faire l'extraction des vers (Högger 1993), mais cette méthode a été abandonnée puisque les résultats d'extraction n'étaient pas constants. Nous n'avons pas noté de différence d'abondance entre les échantillonnages réalisés au printemps et à l'automne de sorte que nous avons regroupé les échantillonnages de printemps et d'automne pour chaque année.

Dans l'ensemble du dispositif, on a noté une augmentation significative du nombre de vers de terre lors de la deuxième ( $X=5,9$  vers/quadrat) et troisième année ( $X=5,1$  vers/quadrat) de transition comparativement à la première année ( $X=0,89$  vers/quadrat;  $F=3,67$ ;  $p=0,05$ , Figure 4 en annexe). Si l'on compare les différents itinéraires agronomiques dans le temps, on observe significativement plus de vers de terre tout au cours du projet dans l'itinéraire B ( $X=6,3$  vers/quadrat,  $\text{diff}=-5,3$ ;  $p=0,001$ ) et C ( $6,9$  vers/quadrat,  $\text{diff}=-5,8$ ;  $p<0,001$ ) où l'on réalise des labours d'automne que dans l'itinéraire D ( $X=1,0$  vers/quadrat) où l'on a pratiqué un travail minimum du sol. Cette observation est contraire à notre hypothèse de départ, puisque plusieurs études ont rapporté que le travail minimum du sol favorise les vers de terre (Chan 2001). Un article synthèse publié en 2015 apporte toutefois certaines nuances (Bertrand et coll. 2015) puisqu'à travers différents agroécosystèmes, le labour n'a pas toujours un effet négatif. Rosas-Medina et ses collaborateurs (2010) ont par exemple comparé le labour traditionnel à l'utilisation de disque et ils n'ont vu aucune différence au niveau de l'abondance et de la biomasse de vers de terre. Le travail des deux outils est différent; les disques travaillent de façon plus superficielle (10 cm de profondeur pour les disques et 15 à 20 cm pour le labour), mais ils mélangent et bouleversent le sol sur toute la profondeur travaillée alors que le labour expose plutôt les couches du fond en superficie, mais en brassant moins le sol.

C'est en regardant la composition des communautés de vers de terre trouvées qu'on peut mieux comprendre nos résultats. La majorité des vers de terre dans nos parcelles sont de type endogé (plus de 60%), c'est-à-dire des vers de terre de taille moyenne qui creusent des galeries temporaires souvent horizontales ne débouchant pas à la surface du sol. L'abondance de ce type de vers de terre est largement influencée par l'abondance de matière organique (Cluzeau 2012). Ce sont généralement les vers anéciques (28% des observations) qui creusent de grosses galeries permanentes qui débouchent à la surface du sol qui sont, selon plusieurs études, les plus affectées par le labour (Chan 2001). Ils sont plus vulnérables aux dommages mécaniques en raison de leur taille, mais surtout à cause de leur mode de vie puisque la destruction de leurs galeries réduit considérablement leur survie (Ivask et al. 2007; Capowiez et coll. 2009; Bertrand et coll. 2015). L'absence de labour permet donc bien souvent d'accroître principalement les vers de type anécique (Peigne et al. 2009). Les vers endogés, à l'opposé, sont même parfois favorisés par la pratique de labour, car le labour facilite l'accès à la matière organique alors que les résidus de culture sont enterrés et partiellement décomposés par les microorganismes du sol (Wyss et Glasstetter 1992). Nous croyons que le manque de matière organique disponible pour les vers endogés explique leur faible abondance dans l'itinéraire D. En 2017, le fumier de bovins laitiers compostés qui a été appliqué suite à la récolte de l'orge en septembre s'est mal décomposé et l'engrais vert d'avoine et de pois n'a pas suffi à fournir assez d'azote et d'autres nutriments à la culture de maïs l'année suivante. Les rendements de maïs dans l'itinéraire D sous travail minimum du sol étaient 40% plus faibles que dans les autres traitements en 2018 (voir le rapport de projet 17-GES-05). On peut donc croire que les vers ont aussi souffert du manque de matière organique dans le sol en 2018 et du faible développement des plants de maïs, dont les résidus n'étaient que peu disponibles pour les vers endogés au printemps suivant. Il faudrait toutefois faire une identification à l'espèce des vers de terre et distinguer les juvéniles des adultes, car ils ont une sensibilité différente au labour. Ceci permettrait de comprendre de façon plus précise l'effet de différents itinéraires agronomiques sur la composition des populations de vers de terre.

### Plantes vasculaires

Tel que prévu au projet, deux relevés de la végétation ont été effectués chaque année dans 10 quadrats de 0,25m<sup>2</sup> le long de chacune des 4 lignes transect de la zone non cultivée (friche). Au total, 59 espèces végétales ont été identifiées sur les trois

années de la période de transition. On observe que la richesse en espèce est plus faible lors de la première année de transition ( $X_{2017}=5,6$  espèces/quadrat,  $F=6,7$ ;  $p=0,002$ ) que la deuxième ( $X_{2018}=6,4$ ) et la dernière année du projet ( $X_{2019}=6,5$ ). On a principalement observé un accroissement des plantes à fleurs, dont la verge d'or du Canada (*Solidago canadensis*) de façon plus marquée, qui est passée de 5% du recouvrement total dans les friches en 2017, à 10% lors de la deuxième année de transition pour atteindre 12% la dernière année. Même chose pour l'asclépiade de Syrie (*Asclepias syriaca*) qui représentait à peine 1% du recouvrement total la première année de la transition, puis 2,5% la deuxième année et finalement 4,7% au terme de la transition. On observe un changement au niveau de la composition des communautés végétales au fil du temps. La figure 10 en annexe illustre l'évolution des communautés végétales au cours de la transition. Les ellipses issues du positionnement multidimensionnel non-métrique (NMDS) indiquent que les communautés observées en 2018 et en 2019 se ressemblent davantage comparativement à celles observées en 2017. L'augmentation de la diversité végétale et la présence plus importante et stable dans le temps de plantes à fleurs est souvent le principal facteur qui explique les bénéfices de la production biologique sur la biodiversité puisque plusieurs arthropodes en sont dépendants (Schneider et coll. 2014; Carrié et coll. 2018). L'utilisation d'herbicides en grandes cultures conventionnelles limite la diversité végétale sur les fermes et particulièrement pour les plantes à fleurs.

### Pollinisateurs

Trois fois en saison les insectes étaient capturés au filet fauchoir en se déplaçant le long des lignes transects marquées dans les zones en friche durant 5 minutes. Au total, 145 abeilles et bourdons ont été capturés dans la zone non cultivée. En 2017, seulement 9 individus ont été capturés. Le nombre de captures a été plus élevé en 2018 et 2019, soit respectivement 72 et 64 captures. On observe donc significativement plus de pollinisateurs lors de la deuxième ( $X_{2018}=6$  captures/friche) et troisième année ( $X_{2019}=5,3$  captures/friche) de transition qu'au cours de la première année ( $X_{2017}=0,75$  capture/friche;  $F=11,6$ ;  $p<0,001$ ; annexe Figure 6a).

Parmi l'ensemble des pollinisateurs capturés, nous avons identifié 13 genres différents appartenant à 4 familles distinctes. En 2017, aucune identification à l'espèce n'a été réalisée; seule une distinction entre les abeilles et les bourdons a été effectuée. Nous n'avons pas pu calculer la richesse et la diversité, mais on sait qu'il s'agissait de 7 abeilles et 2 bourdons. Tout au long du projet, il y avait très peu de bourdons dans les parcelles suivies (7 captures au total). Nous n'avons pas vu de différence significative au niveau de la richesse et de la diversité de pollinisateurs entre 2018 et 2019. En 2018, 22% des captures étaient des abeilles domestiques (*Apis mellifera*), alors qu'en 2019 elles représentaient près de 53% des captures. Il s'agit donc de l'espèce la plus fréquemment observée tout au long du projet. Les espèces du genre *Lasioglossum* étaient aussi abondantes, représentant 23% des captures en 2018 et 16% en 2019. Les pollinisateurs étaient particulièrement abondants à la fin de l'été dans les zones non cultivées en août et septembre lorsque la verge d'or était en fleur.

Nos résultats semblent supporter le fait que la transition biologique permet d'accroître l'abondance de pollinisateurs en grande culture. Cependant, nous savons que les pollinisateurs sont très mobiles et que de mesurer l'évolution de ce taxon localement est difficile puisqu'il est impossible de contrôler tous les facteurs inhérents au paysage qui entoure nos parcelles d'étude. Dans le cas présent, nous pensons que l'augmentation des pollinisateurs dès 2018 est aussi le résultat d'une diversification des activités sur le site. En 2018 et 2019, la ferme-école du Cégep de Victoriaville a mis en place des parcelles de production maraichère et fruitière sur la ferme et l'équipe du CETAB+ a implanté plusieurs parcelles d'engrais vert (dont du sarrasin) dans la préparation de nouvelles parcelles qui seront mises en culture. Ces pratiques ont définitivement permis d'augmenter l'offre floristique sur le site et, par le fait même, les pollinisateurs. Néanmoins, les observations faites dans nos parcelles nous laissent croire que l'augmentation du couvert de plantes à fleurs qui offrait une floraison continue toute la saison dès 2018 dans les zones non cultivées a aussi contribué à accroître la présence de pollinisateurs dans la parcelle (annexe Figure 6b).

### Carabes

Les carabes ont été échantillonnés dans la zone non cultivée comme prévu trois fois en saison durant l'été. Lors de chaque échantillonnage, 4 pièges fosses (Barber) ont été installés durant 72 heures, le long de chacune des 4 lignes transects (16 pièges au total) des friches suivies. Au total, 628 carabes ont été capturés pour les trois années de l'étude. On a observé significativement moins de carabes en 2018, soit lors de la deuxième année de transition ( $X=2,3$ ;  $F=19,4$ ;  $p<0,001$ ), qu'à la première ( $X=5,5$  carabes/pièges) et dernière année de la transition ( $X=5,25$  carabes/pièges).

Au total, on a dénombré près de 30 familles différentes au cours du projet. Pour l'ensemble du projet, les taxons les plus fréquemment capturés dans les pièges barber sont ceux appartenant au genre *Harpalus* (42% des captures en 2018 et 28% en 2019) qui sont phytophages et au genre *Bembidion* (33% des captures en 2018 et 42% des captures en 2019) qui sont des prédateurs (Bousquet, 2012). Malheureusement, en 2017, l'identification à l'espèce des individus n'a pas été réalisée. Cependant, on n'observe pas de différence significative au niveau de la richesse et de la diversité en espèces entre 2018 et 2019.

Des études antérieures avaient montré que la production biologique favorise les carabes dans les champs de grandes cultures (Doring et Kromp 2003). Toutefois, nous n'avons pas observé d'accroissement du nombre et de la diversité de carabes au cours de la transition vers l'agriculture biologique. La baisse de population marquée en 2018 s'explique sûrement par le climat très chaud et sec au cours de l'été; cette canicule ayant réduit de beaucoup le couvert végétal et la présence de proies comme nous l'avons observée dans d'autres suivis réalisés sur le site d'étude. L'abondance de carabes dans les parcelles biologiques est d'ailleurs principalement liée à une augmentation du couvert végétal par une plus grande abondance d'adventices, l'utilisation d'engrais vert et aussi par l'usage de pesticides à moindre impact (Kromp 1999; Doring et Kromp 2003). Cependant, toutes les espèces de carabidés ne semblent pas affectées de la même façon par différentes pratiques agricoles selon ces mêmes études. Ce qui en ressort, c'est le lien étroit entre les carabes et le couvert végétal. Il serait donc intéressant de suivre les populations de carabes dans les zones en culture directement pour cibler les pratiques (types d'engrais vert, moment et profondeur des travaux de sol, etc.) qui sont les plus favorables.

## Araignées

Les araignées ont été échantillonnées trois fois en saison (juin, juillet, août) dans les parcelles en culture et également dans la zone non cultivée en périphérie à l'aide d'un aspirateur à insectes. Pour les parcelles cultivées, les échantillons ont été récoltés à 4 points fixes dans la parcelle à raison de 30s d'aspiration à chaque point. Pour la zone non cultivée, l'échantillonnage a été réalisé en se déplaçant le long des 4 lignes transect de 20m, à raison de quatre fois 30s d'aspiration par ligne. Nous avons capturé 670 araignées par aspiration dans 16 familles différentes dont 47% appartenaient à la famille des *Linyphiidae*. Malgré l'aide du laboratoire de diagnostic en phytoprotection du MAPAQ, une identification à la famille seulement a pu être réalisée.

De façon générale, on retrouve significativement plus d'araignées dans la friche ( $X=3,4$  captures/30 secs d'aspiration) que dans les parcelles cultivées (entre 0,21 et 0,39 capture/30 secs d'aspiration;  $F=17,6$ ;  $p<0,001$ ), c'est en fait 75% des araignées capturées qui proviennent des friches. Aucune différence significative n'a été observée entre les différents itinéraires agronomiques dans la zone en culture, mais il y avait moins d'araignées dans la zone sous culture de maïs en 2018 ( $X_{2017}=0,5$  araignées/aspiration;  $X_{2018}=0,05$  araignées/aspiration et  $X_{2019}=0,4$  araignées/aspiration). Nous pensons que, mis à part les effets probablement de la sécheresse en 2018 sur les araignées, la structure végétale limitée du maïs dans les strates près du sol en fait un habitat moins favorable aux araignées typiques des milieux ouverts. Pour éviter les biais dus à la culture en place, nous nous sommes donc concentrés sur les captures réalisées dans la friche pour déterminer l'effet de la transition biologique.

Dans l'ensemble des zones non cultivées échantillonnées, on observe une augmentation significative du nombre d'araignées en 2019, lors de la dernière année de la transition ( $X=6,6$  captures/aspiration;  $F=6,4$ ;  $p=0,002$ ) par rapport aux deux premières années de la transition ( $X_{2017}=1,9$  et  $X_{2018}=1,8$  captures/aspiration). Entre 2018 et 2019, on n'observe toutefois pas de différence significative au niveau de la richesse ( $X_{2018}= 1,14$  et  $X_{2019}=1,46$ ;  $p=0,17$ ) et de la diversité ( $X_{2018}=1,34$  et  $X_{2019}=1,03$ ;  $p=0,24$ ) de familles d'araignées. Les araignées étaient plus abondantes dans les zones des friches où la végétation était la plus dense et où les structures végétales étaient diversifiées (combinant des plantes basses, des arbustes, des graminées, des herbacées à fleurs, etc.).

Nous nous sommes aussi aperçus que les araignées étaient très abondantes dans les pièges barber dans la friche et que les espèces qu'on y retrouvait étaient différentes de celles capturées par aspiration. Nous avons donc analysé aussi les captures d'araignées dans ces pièges pour 2018 et 2019. Ces résultats confirment une augmentation de l'abondance lors de la dernière année de la transition, puisqu'on retrouve significativement plus d'araignées en 2019 ( $X= 4,06$  araignées/piège;  $F=3,45$ ,  $p<0,001$ ) qu'en 2018 ( $X=2,40$  araignées/piège).

Peu d'étude ont été réalisées sur les araignées en milieu agricole, mais une vaste étude menée au Royaume-Uni a permis de déterminer que la conversion vers l'agriculture biologique entraîne une augmentation du nombre d'araignées (O'Riordan et Cobb 2000). Encore une fois, la végétation semble avoir un rôle central pour ce taxon. Ces auteurs ont observé qu'une plus grande diversité de structure végétale dans les parcelles biologiques favorise les araignées. On observe aussi, comme dans

notre cas, que les habitats semi-naturels, dont les zones en friche, sont des habitats très prisés par les araignées (Piffner et Luka 2002) et doivent être une partie intégrante des mesures de conservation de ces prédateurs essentiels.

### Analyse économique des suivis de la biodiversité

Lors de l'écriture du projet, peu de données étaient disponibles sur la réalisation de ce genre de suivi à l'échelle d'une ferme en grande culture. Nous souhaitons que notre expérience donne des bases intéressantes pour maximiser les retombées d'autres suivis de la biodiversité dans des contextes similaires. Le tableau 1 résume les coûts liés à chaque technique d'échantillonnage lors du projet. Nous aurions souhaité apporter certaines modifications au protocole d'échantillonnage suite à la première année de collecte, mais comme la technique d'échantillonnage devait être constante entre les années pour pouvoir tirer des conclusions, nous nous en sommes généralement tenus au protocole initial. Les objectifs à remplir et le budget limité du projet ne nous ont pas donné la latitude nécessaire pour tester différentes techniques de capture par exemple. Plusieurs améliorations pourraient donc être apportées pour optimiser la collecte de données dans de futurs projets.

**Tableau 1.** Coût annuel d'échantillonnage des différents indicateurs suivis dans le projet

Indicateur	Méthode d'échantillonnage	Coût en matériel	Temps de collecte	Type de main d'œuvre	Coût en main d'œuvre	Coût total
<b>Vers de terre</b>	Tri dans des quadrats de sol  <i>Pelle, quadrat, plateau de tri</i>	50\$	112h x 2 échantillonnages	Non spécialisée	13\$/h x 224h	2962\$
<b>Plantes vasculaires</b>	Identification et recouvrement dans des quadrats  <i>Quadrat</i>	10\$	14h x 2 échantillonnages	Technique	30\$/h x 28h	850\$
<b>Pollinisateurs</b>	Capture au filet fauchoir  <i>Filet, alcool, pots</i>	80\$	2h captures x 3 échantillonnages Identification ~ 40 heures par année	Technique	30\$/h x 46h	1460\$
<b>Carabes</b>	Capture par piège Barber  <i>Plats pour les pièges, alcool, pots</i>	60\$	4h installation/retrait des pièges x 3 échantillonnages Identification ~ 65 heures par année	Technique	30\$/h x 77h	2370\$
<b>Araignées</b>	Capture par aspiration  <i>Aspirateur, alcool, pots</i>	240\$	7 h aspiration x 3 échantillonnages Identification ~ 90 heures par année	Technique	30\$/h x 111h	3570\$

D'abord, dans l'ensemble, chaque méthode de collecte utilisée était bien adaptée à l'indicateur ciblé. Il serait toutefois possible de revoir la méthodologie pour optimiser l'échantillonnage de certains indicateurs. Par exemple, pour les araignées, la méthode de collecte à l'aide de l'aspirateur entomologique est efficace, car elle permet de déloger les araignées de leur toile. Néanmoins, l'achat d'un aspirateur est dispendieux. Pour réduire les coûts, le suivi des araignées dans les pièges Barber semble intéressant

et plus accessible. Le principal frein au suivi des araignées reste toutefois la difficulté d'identification, car c'est un taxon peu étudié au Québec et peu de clés d'identification et de littératures existent sur le sujet. Nous croyons que de se limiter à un décompte ou à une identification sommaire des spécimens dans un projet global de suivi de la biodiversité rend le travail plus réaliste. De façon générale, c'est l'identification au laboratoire des arthropodes qui prend le plus de temps et un simple calcul d'abondance permettrait un gain considérable de temps et d'argent selon les objectifs.

En ce qui a trait à la méthodologie, le faible nombre de captures dans les zones cultivées nous laisse croire que le protocole d'échantillonnage doit être adapté au contexte de production. Des échantillonnages plus fréquents ou la mise en place de pièges passifs (ex. pièges bols) seraient probablement plus adaptés pour augmenter le nombre de captures dans ces secteurs. De plus, à cause de la rotation de culture d'une année à l'autre, nous nous sommes rapidement rendu compte que la culture en place avait beaucoup d'influence sur les indicateurs suivis et que pour évaluer l'effet de la transition, nous devons principalement nous concentrer sur les zones non cultivées en périphérie de la parcelle.

## **Conclusion**

L'agriculture biologique implique plusieurs pratiques qui font de ce mode de production une agriculture plus respectueuse de l'environnement et qui favorise la biodiversité. Les résultats de notre étude suggèrent que la période de transition vers l'agriculture biologique est une période charnière où les changements de pratiques permettent un accroissement tangible de la biodiversité sur une exploitation agricole. Nous avons ainsi observé au cours de la transition une augmentation de l'abondance de vers de terre, de la richesse végétale, un accroissement du recouvrement de plantes à fleurs, une augmentation du nombre de pollinisateurs et d'araignées. Des cinq indicateurs évalués, seuls les carabes n'ont pas augmenté durant cette période. Leur abondance a plutôt été négativement affectée par les conditions climatiques très chaudes et sèches sur le site en 2018.

Il semble clair qu'il faut utiliser une combinaison d'indicateurs pour avoir un portrait juste de l'évolution d'un site. La méthode utilisée dans le cadre de ce projet pourrait très aisément être reprise dans d'autres études pour évaluer l'impact temporel de divers changements sur la biodiversité. Le défi de mesurer cette évolution à l'échelle d'une ferme est toutefois important puisque l'environnement, le paysage et les conditions climatiques ont une grande influence et qu'il est difficile d'isoler le facteur à l'étude, soit le temps depuis la transition biologique dans le cas présent. Les caractéristiques qui font des taxons étudiés de bons indicateurs de la biodiversité font aussi d'eux des taxons très réactifs à leur environnement. En étudiant plusieurs indicateurs, on s'assure d'avoir un meilleur portrait de la situation.

Parallèlement, nos résultats mettent en lumière l'importance de conserver des zones de friches composées d'une diversité de plantes pour répondre à différents services écologiques. La zone cultivée étant un milieu plus homogène et très bouleversé, elle semble moins propice pour l'activité de plusieurs espèces. La diversité florale plus élevée et l'étalement dans le temps de la floraison dans la zone non cultivée sont des éléments clés de l'accroissement des arthropodes et sont donc essentiels à l'accroissement de la biodiversité.

## **DIFFUSION DES RÉSULTATS**

Les résultats préliminaires du projet ont fait l'objet d'une affiche présentée dans le cadre du Colloque bio pour tous en 2018. Les résultats ont aussi été présentés lors de deux journées terrain en août 2018 et 2019 à l'Institut national d'agriculture biologique. Une conférence a également été donnée lors du Colloque bio pour tous! en 2020. Les résultats ont aussi été exposés aux étudiants en agriculture du Cégep de Victoriaville dans le cadre d'un cours en 2020.

## **APPLICATIONS POSSIBLES POUR L'INDUSTRIE**

Le projet permet une meilleure compréhension des retombées de la transition bio sur la biodiversité à l'échelle d'une exploitation agricole. Ces résultats démontrent que l'adoption de pratiques agricoles découlant de la production biologique modifie rapidement et d'Évolution de la biodiversité en transition biologique : validation d'une méthode de suivi; et producteurs des données tangibles pour le Québec qui sont en faveur d'une large adoption de la production biologique. Ce projet a également permis une validation terrain et économique du suivi de plusieurs indicateurs de biodiversité en grande culture. La méthodologie développée pourra servir de base pour le développement d'autres projets de suivi de la biodiversité en milieu agricole.

**POINT DE CONTACT POUR INFORMATION**

Noémie Gagnon Lupien, biologiste, M.Sc.

CETAB+

475, rue Notre-Dame Est

Victoriaville (Québec) G6P 4B3

Téléphone : 819 758-6401, poste 2782

Courriel : [noemie.gagnon.lupien@cetab.org](mailto:noemie.gagnon.lupien@cetab.org)

**REMERCIEMENTS AUX PARTENAIRES FINANCIERS**

*Ce projet a été réalisé dans le cadre du volet 4 du programme Prime-Vert – Appui au développement et au transfert de connaissances en agroenvironnement avec une aide financière du ministère de l’Agriculture, des Pêcheries et de l’Alimentation par l’entremise de la Stratégie phytosanitaire québécoise en agriculture 2011-2021.*



## Références

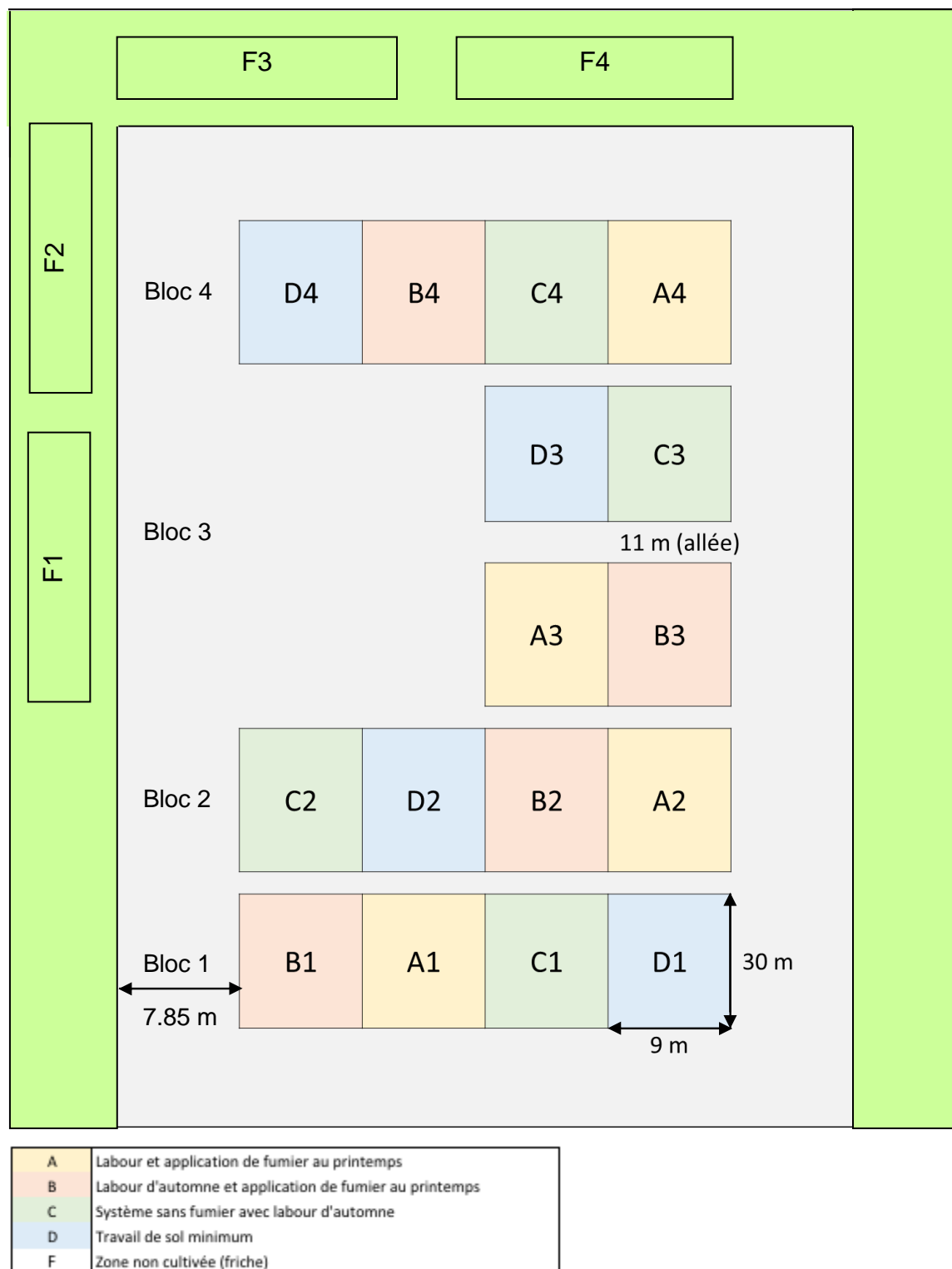
- Bengtsson, J., Ahnström, J. et A.C. Weibull. 2005. The effects of organic agriculture on biodiversity and abundance: a meta-analysis. *Journal of applied ecology*. 42 :261-269.
- Bertrand, M., Barot, S., Blouin, M., Whalen, J., de Oliveira, T. et J. Roger-Estrade. 2015. Earthworm services for cropping systems. A review. *Agronomic Sustainable Development*. 35 :553-567.
- Bousquet, Y. 2012. Catalogue of Geadephaga (Coleoptera, Adephaga) of America, north of Mexico. *Zookeys*. 245:1-1722.
- Capowiez Y, Cadoux S, Bouchant P, Ruy S, Roger-Estrade J, Richard G, Boizard H (2009) The effect of tillage type and cropping system on earthworm communities, macroporosity and water infiltration. *Soil Tillage Res*. 105:209–216.
- Carrié, R., Ekroos, J. et H.G. Smith. 2018. Organic farming supports spatiotemporal stability in species richness of bumblebees and butterflies. *Biological conservation*. 227:48-55.
- Chan KY (2001) An overview of some tillage impacts on earthworm population abundance and diversity - implications for functioning in soils. *Soil Tillage Res* 57:179–191.
- Cluzeau D, Binet F, Vertes F, Simon JC, Riviere JM, Trehen P (1992). Effects of intensive cattle trampling on soil plant earthworms system in 2 grassland types. *Soil Biol Biochem* 24:1661–1665.
- Doring, T.F. et B. Kromp. 2003. Which carabid species benefit from organic agriculture? – a review of comparative studies in winter cereals from Germany and Switzerland. *Agriculture, Ecosystems and Environnement*. 98:153-161.
- Högger, C.H. 1993. Mustard flour instead of formalin for the extraction of earthworms in the field. *Bulletin BGS*. 17: 5-8.
- Ivask M, Kuu A, Sizov E (2007) Abundance of earthworm species in Estonian arable soils. *European Journal Soil Biology*. 43:S39–S42.
- O’Riordan, T. et D. Cobb. 2011. Assessing the consequences of converting to organic agriculture. *Journal of Agricultural Economics*. 52(1):22-35.
- Peigne J, Cannavaciolo M, Gautronneau Y, Aveline A, Giteau JL, Cluzeau D (2009) Earthworm populations under different tillage systems in organic farming. *Soil Tillage Res* 104:207–214.
- Kromp, B. 1999. Carabid beetles in sustainable agriculture: a review on pest control efficacy, cultivation impacts and enhancement. 74:187-228.
- Pfiffner, L. et H. Luka. 2002. Effects of low-input farming systems on carabids and epigeal spiders – a paired farm approach. *Basic and Applied Ecology*. 4:117-127.
- Rosas-Medina MA, de Leon-Gonzalez F, Flores-Macias A, Payan-Zelaya F, Borderas-Tordesillas F, Gutierrez-Rodriguez F, Fragoso-Gonzalez C. (2010). Effect of tillage, sampling date and soil depth on earthworm population on maize monoculture with continuous stover restitutions. *Soil Tillage Res*. 108:37–42.
- Schneider, M.K. et al. 2014. Gains to species diversity in organically farmed fields are not propagated at the farm level. *Nature communications*. 5(4151):1-9.
- Wyss E, Glasstetter M (1992) Tillage treatments and earthworm distribution in a swiss experimental corn field. *Soil Biol Biochem* 24:1635–1639.



**ANNEXE(S)**



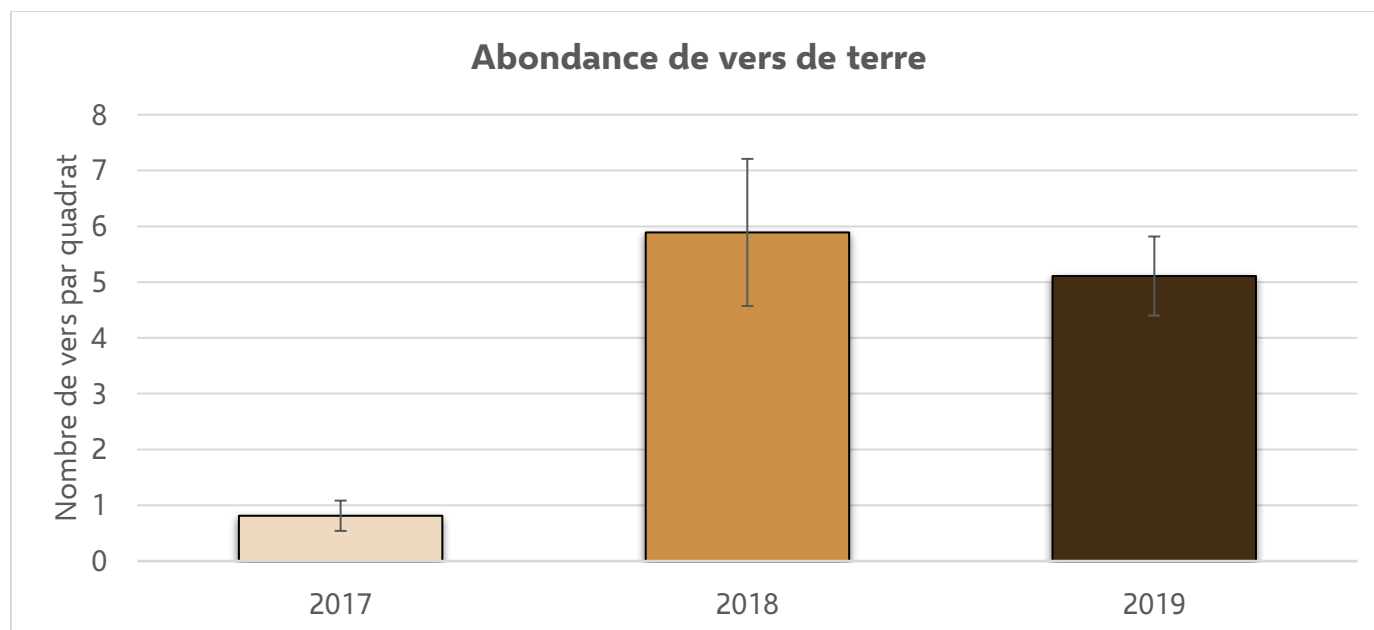
**Figure 1.** Vue aérienne du dispositif expérimental mis en place sur la ferme expérimentale du Cégep de Victoriaville. La photo a été prise le 22 juillet 2018 alors que les parcelles étaient en maïs-grain.



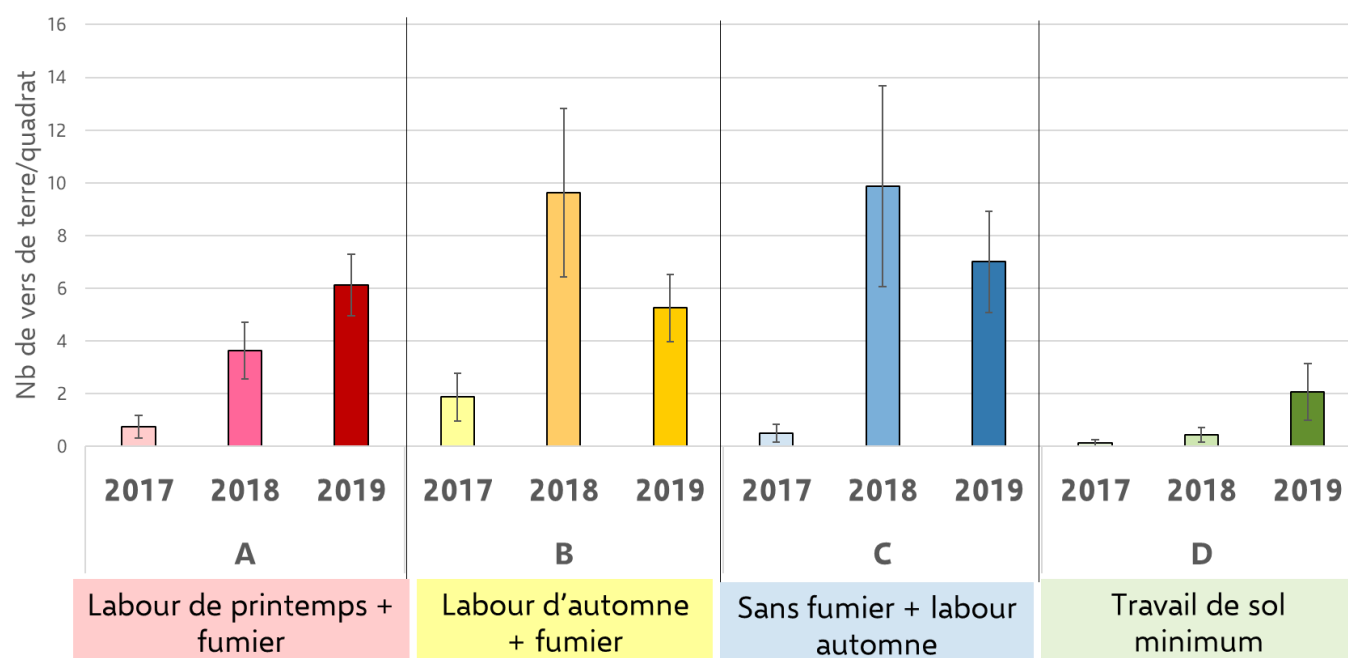
**Figure 2.** Dispositif expérimental constitué d'un bloc complet aléatoire à 4 répétitions. Les parcelles font 9m de large par 30m de long. Les parcelles sont entourées d'une zone en friche où ont été réalisées des captures d'auxiliaires.

Itinéraires	2017		2018		2019		
<b>A. Labour de printemps + fumier</b>	Orge + trèfle rouge		Labour + fumier au printemps	Maïs	Labour de printemps	Soya	
<b>B. Labour d'automne* + fumier</b>	Orge + trèfle rouge	Labour d'automne	Fumier au printemps	Maïs	Labour de printemps	Soya + Lotier	Labour d'automne
<b>C. Système sans fumier + labour automne*</b>	Orge fauchée au sol -> trèfle rouge	Labour d'automne	Maïs		Labour de printemps	Soya + trèfle blanc huia	Labour d'automne
<b>D. Travail de sol minimum</b>	Orge -> fumier -> EV avoine et pois	Disques lourds à l'automne	Mais + EV ray-grass		Disques lourds au printemps	Soya	Disques lourds à l'automne
<b>F. Friche</b>	Zone non cultivée en périphérie du dispositif en culture, laissé à l'état sauvage sans intervention						

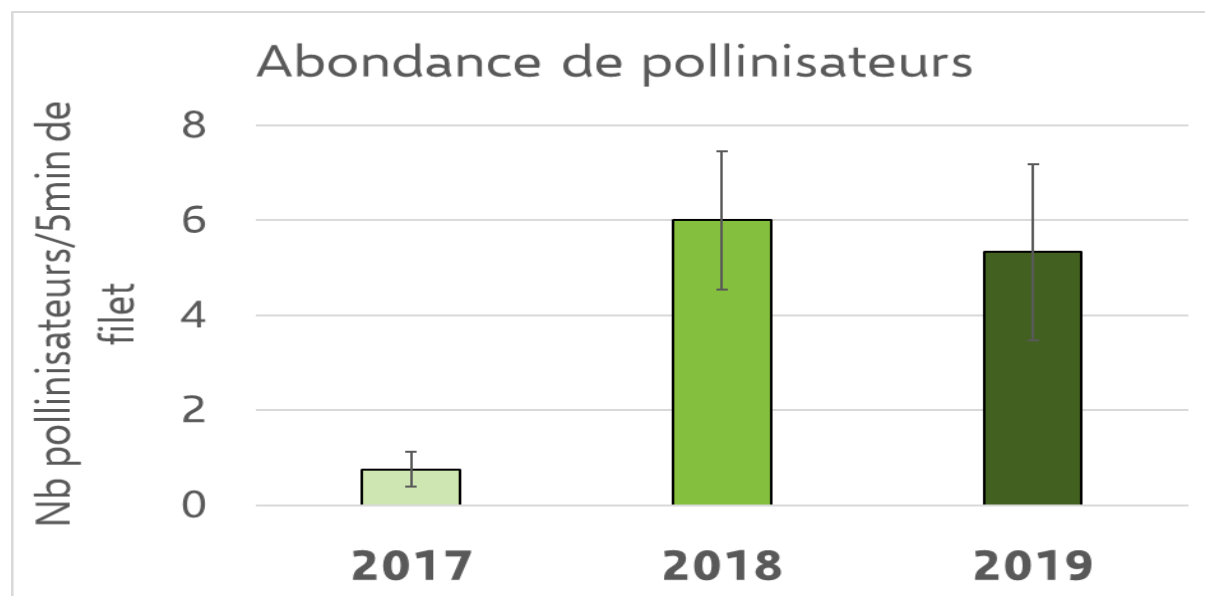
**Figure 3.** Modèle de transition détaillé. Les quatre modèles de transition comparés dans le cadre de ce projet ont été établis à la suite d'une consultation avec nos conseillers sur le terrain qui travaillent depuis plusieurs années avec des producteurs en transition et en production biologique. Ces différents scénarios reflètent des modèles actuels de transition des entreprises et nous permettront de répondre à la préoccupation des producteurs concernant l'effet de leurs pratiques sur la biodiversité, la structure du sol et la pression de mauvaises herbes. La rotation de culture reste inchangée pour l'ensemble des scénarios, afin de minimiser l'effet de la culture en place sur la biodiversité. Il y a donc dans toutes les parcelles en 2017, de l'orge; en 2018, du maïs-grain et en 2019, du soya. Les scénarios proposés sont les suivants : A) Scénario avec des labours de printemps et du fumier au printemps; B) Scénario avec des labours d'automne et du fumier au printemps; C) Scénario avec peu d'intrants, donc sans fumier avec des labours d'automne; D) Scénario avec un travail de sol minimum, fumier suite à la céréale et un engrais vert de moutarde et de pois, puis travail avec des disques lourds. Nous nous limitons à des engrais verts couramment utilisés, afin de refléter les pratiques les plus courantes.



**Figure 4.** Nombre moyen de vers de terre capturés lors des 3 années de transition d'une exploitation agricole en grandes cultures vers l'agriculture biologique. Au total, 730 vers de terre ont été capturés dans les quadrats prélevés au printemps et à l'automne (seulement un inventaire à l'automne pour 2017).



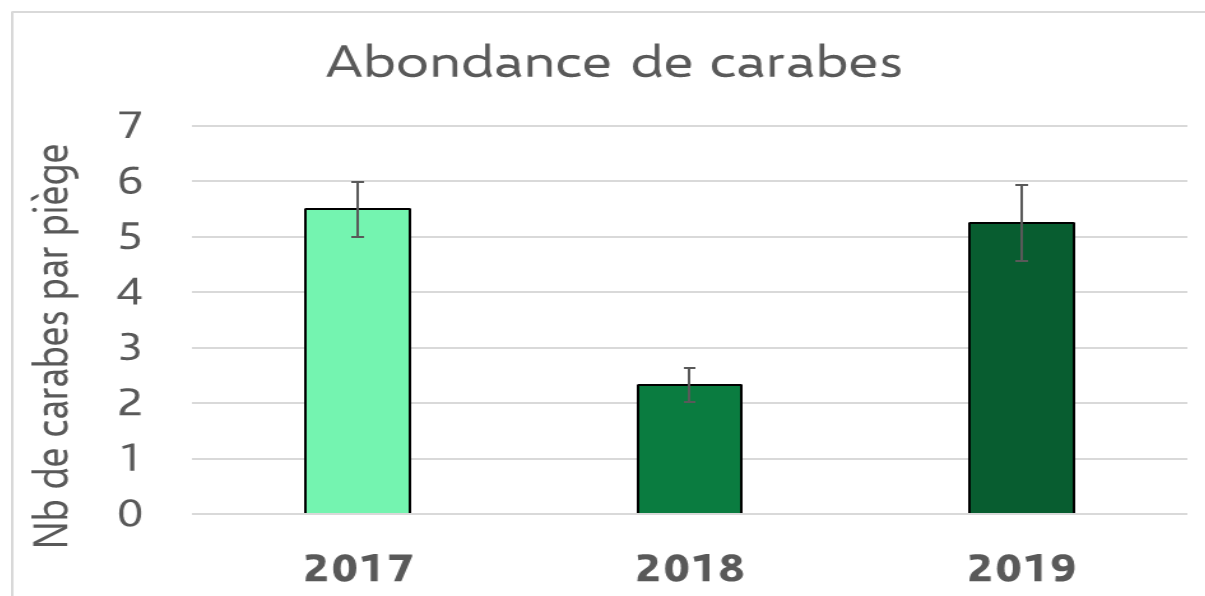
**Figure 5.** Nombre moyen de vers de terre capturés lors des 3 années de transition d'une exploitation agricole en grandes cultures vers l'agriculture biologique pour chaque itinéraire agronomique. Au total, 730 vers de terre ont été capturés dans les quadrats prélevés au printemps et à l'automne.



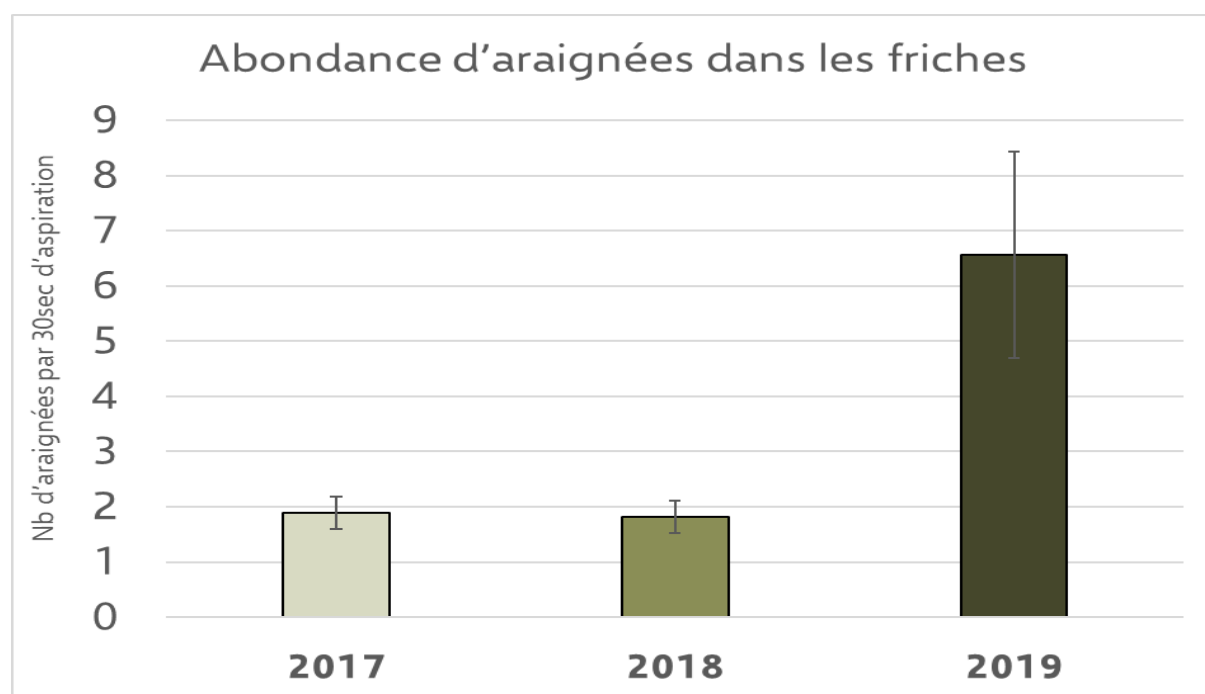
**Figure 6 a.** Nombre moyen de pollinisateurs capturés par année dans les friches avoisinant les parcelles d'une exploitation agricole en grandes cultures en transition vers l'agriculture biologique. Au total, 145 abeilles et bourdons ont été capturés lors de l'ensemble des échantillonnages réalisés à l'aide du filet fauchoir.



**Figure 6b.** Verge d'or du Canada dans la zone non cultivée échantillonnée.

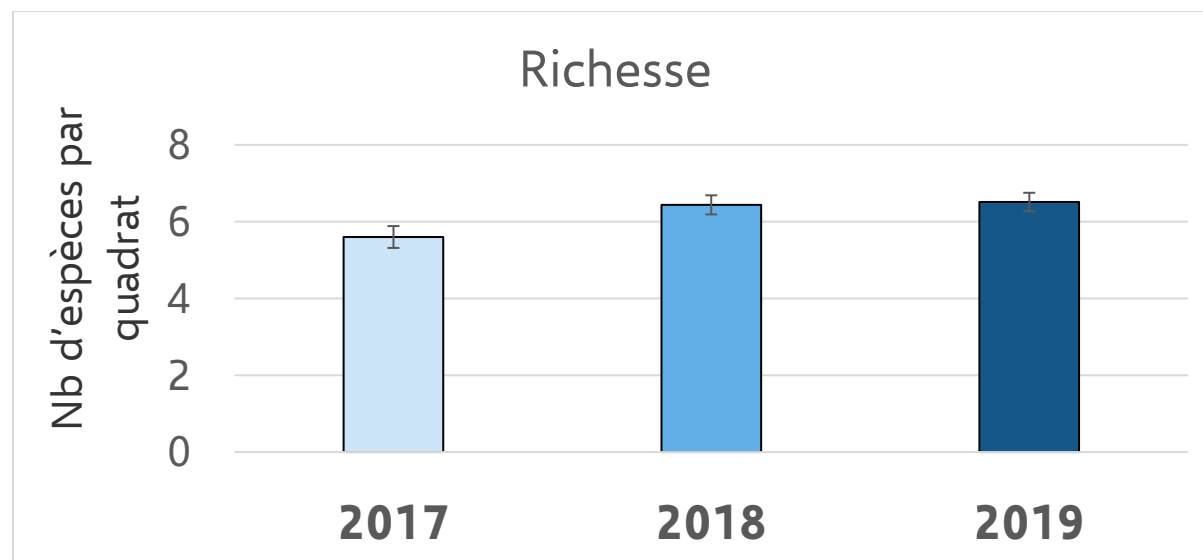


**Figure 7.** Nombre moyen de carabes capturés par année dans les friches avoisinant les parcelles d'une exploitation agricole en grandes cultures en transition vers l'agriculture biologique. Au total, 628 carabes ont été capturés dans les pièges fosses lors de l'ensemble des échantillonnages.

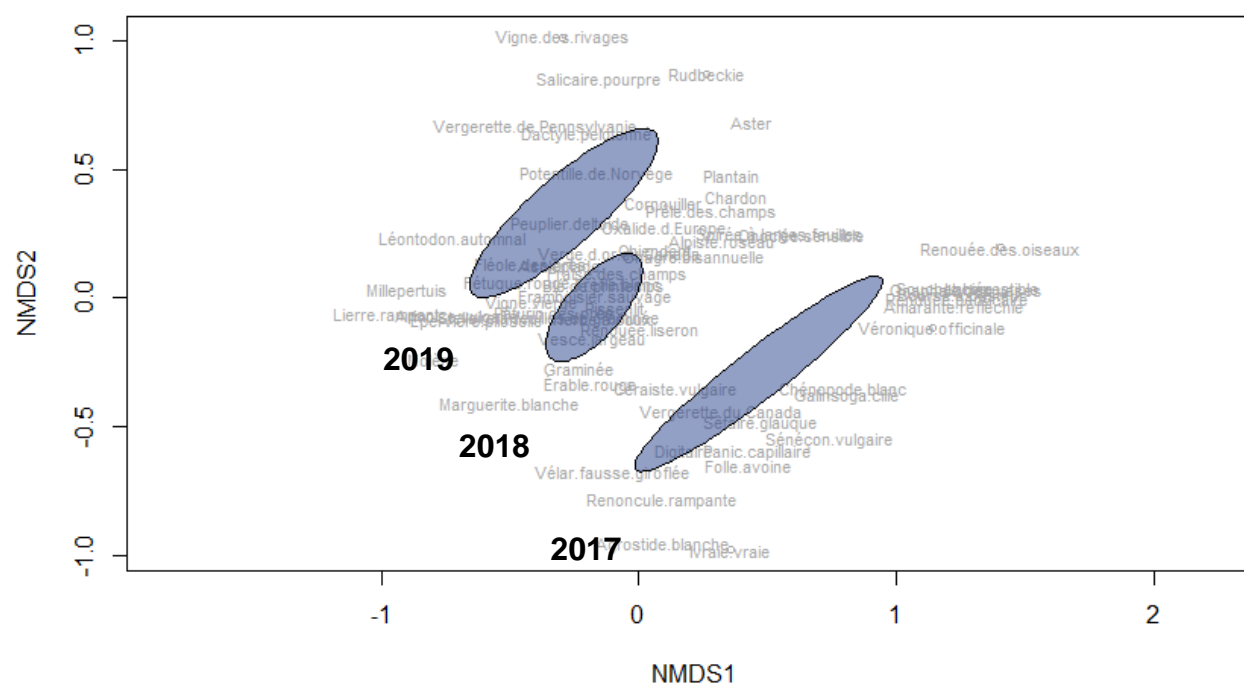


**Figure 8.** Nombre moyen d'araignées capturées par année dans les friches avoisinant les parcelles d'une exploitation agricole en grandes cultures en transition vers l'agriculture biologique. Au total, 485 araignées ont été capturées à l'aide de l'aspirateur entomologique lors de l'ensemble des échantillonnages.





**Figure 9.** Richesse moyenne de plantes vasculaires identifiées par quadrat dans les friches avoisinant les parcelles d'une exploitation agricole en grandes cultures lors des 3 années de transition vers l'agriculture biologique. Au total, 59 espèces végétales ont été identifiées lors de l'ensemble des échantillonnages.



**Figure 10.** Positionnement multidimensionnel non-métrique (NMDS) du recouvrement total des espèces végétales identifiées dans les 4 friches à l'étude de 2017 à 2019. L'ordination a été réalisée en deux dimensions avec une corrélation  $R^2$  de 0.90 sur les valeurs réelles et une fonction de stress inférieure à 0.2. Les différentes friches sont représentées par des points, selon le code suivant : friche 1 (F1), friche 2 (F2), friche 3 (F3) et friche 4 (F4). Les ellipses représentent les intervalles de confiance à 95% autour des centroïdes des 3 années échantillonnées.